

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DE PHARMACIE DE PARIS

Année 1920-1921

N° 4

LES
Eaux de Rouen
ET
de la Seine-Inférieure

THÈSE

Pour l'obtention du Diplôme de Docteur de l'Université
de Paris (Pharmacie)

Présentée et soutenue le

1921

PAR

E. BRACQUEMOND

PHARMACIEN DE 1^{re} CLASSE

EX-INTERNE DES HÔPITAUX DE PARIS

JURY : { MM. DELEPINE, *Président.*
TASSILLY, *Chargé de Cours.*
GUÉRIN, *Agrégé.*



PARIS

ROUSSEAU & C^{ie}, Editeurs

14, RUE SOUFFLOT, ET RUE TOULIER, 13

1921

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DE PHARMACIE DE PARIS

Année 1920-1921

N° 4

LES
Eaux de Rouen
ET
de la Seine-Inférieure

THÈSE

Pour l'obtention du Diplôme de Docteur de l'Université
de Paris (Pharmacie)

Présentée et soutenue le

1921

PAR

E. BRACQUEMOND

PHARMACIEN DE 1^{re} CLASSE

EX-INTERNE DES HÔPITAUX DE PARIS



JURY : { MM. DELEPINE, *Président.*
TASSILLY, *Chargé de Cours.*
GUÉRIN, *Agrégé.*



PARIS

ROUSSEAU & C^{IE}, Editeurs

14, RUE SOUFFLOT, ET RUE TOULLIER, 13

1921

PERSONNEL DE LA FACULTÉ DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

MM. H. GAUTIER, *Doyen*, O.   I.
RADAIS, *Assesseur*,   I.
G. DURSENT, *Secrétaire*,   I.

PROFESSEURS

MM. GUIGNARD, Membre de l'Institut, C.   I.	Botanique générale.
VILLIERS,   I.	Chimie analytique.
N.	Pharmacie galénique.
H. GAUTIER, O.   I.	Chimie minérale.
RADAIS,   I.	Cryptogamie.
BÉHAL, Membre de l'Institut, C.   I.	Chimie organique.
PERROT, O.   I.	Matière médicale.
COUTIERE,   I.	Zoologie.
BERTHELOT, Membre de l'Institut,  I.	Physique.
GRIMBERT,   I.	Chimie biologique.
LEBEAU, O.   I.	Pharmacie chimique.
DELÉPINE,   I.	Hydrologie et Hygiène.
GUERBET,  I.	Toxicologie.

Directeur honoraire : M. GUIGNARD, C.   I.

Professeur honoraire : M. MOUREU, O.   I.

CHARGÉS DE COURS

MM. TASSILLY,   I.	Minéralogie.
MARC HONNORAT,   I.	Législation et Déontologie pharmaceutiques.
LUTZ,  I.	Cryptogamie.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. BOUGAULT,  I.	MM. TASSILLY,   I.	MM. GORIS,   I.
SOMMELET,  I.	GUÉRIN,  I.	LAUNOY.
DAMIENS.	LUTZ,  I.	HÉRISSEY,  I.

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. DEFACQZ,   I.	Chimie générale.
COUSIN,  I.	Chimie analytique.
SOUÈGES,  A.	Micrographie.
LEROUX,  I.	Physique.
DEVAL,  I.	Microbiologie.
JAVILLIER,   I.	Travaux généraux de 4 ^e année.

Chef du Laboratoire des Examens pratiques : M. JAVILLIER,   I.
Bibliothécaire en Chef : M. DORVEAUX,  I.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR DELÉPINE.

Respectueux Hommage.

A MONSIEUR LE DOCTEUR OTT.

Amicale Reconnaissance.

INTRODUCTION

Le laboratoire départemental d'hygiène de la Seine-Inférieure

Le département de la Seine-Inférieure s'est trouvé durant la guerre dans des conditions démographiques qui ont nécessité, au point de vue de l'hygiène publique, une surveillance toute particulière.

Par suite des circonstances de guerre, et grâce à la compétence hautement connue d'un hygiéniste éminent, l'hygiène civile et militaire se sont trouvées fusionnées en un seul service et confiées à un seul et même chef. M. le docteur Ott, Inspecteur départemental d'hygiène, auditeur au Conseil supérieur d'hygiène de France, fut désigné par M. le Ministre de la guerre pour remplir auprès de la Direction du Service de Santé de la 3^e Région militaire, en qualité de médecin-major de territoriale, les fonctions particulièrement délicates d'adjoint technique.

La Direction du Service de Santé de la 3^e Région, d'accord avec M. le Préfet de la Seine-Inférieure, désireuse de faciliter à M. le docteur Ott l'accomplissement de la mission si lourde et si pleine de responsabilités qui lui incombait, mit à sa disposition un pharmacien mobilisé pour le seconder dans les travaux de laboratoire ; pharmacien-major de territoriale, j'eus l'honneur d'être désigné à cet effet.

Entre les divers travaux de laboratoire auxquels je me suis trouvé associé, l'analyse chimique et bactériologique des eaux tint la première place.

Dans un laboratoire excellemment installé et que je décrirai, nous avons le docteur Ott et moi étudié, au fur et à mesure que les circonstances l'ont nécessité, les eaux de diverses localités situées les unes sur la rive droite, les autres sur la rive gauche de la Seine. Le choix de ces localités ne procède ni de l'arbitraire, ni de considérations géologiques ou hydrologiques, il a été commandé par les circonstances, soit que le chef de service ait estimé à certains moments que la surveillance des eaux importait plus particulièrement ici ou là, soit que les autorités militaires françaises, anglaises ou belges aient fait appel à notre concours pour vérifier la qualité des eaux appelées à alimenter des camps, des cantonnements, des établissements militaires de toute nature : station-magasin, gare régulatrice, etc.

Le laboratoire du service départemental d'hygiène de la Seine-Inférieure en raison du rôle tout spécial qui lui était dévolu avant la guerre pour la surveillance des eaux, grâce aussi aux libéralités d'un Conseil général particulièrement éclairé, s'est trouvé pour la période de guerre admirablement installé et richement appareillé pour exécuter les diverses recherches et analyses tant d'ordre chimique, que d'ordre bactériologique.

Le Service départemental d'hygiène est installé (1) au rez-de-chaussée dans un bâtiment dépendant de la Préfecture, il comporte trois éléments essentiels :

(1) Ce service a pris depuis un an environ un développement tel que cette description ne correspond plus exactement à l'installation actuelle.

Le laboratoire, les bureaux et les annexes.

Dans les bureaux sont réunis et mis en œuvre tous les éléments de la statistique sanitaire du département. Celle-ci est tenue à jour à l'aide des informations périodiquement recueillies auprès des autorités administratives.

Dans ces bureaux sont établies toutes les instructions tracées par le chef de service, soit de son initiative personnelle, soit pour répondre à des demandes d'avis, en toute matière, concernant l'hygiène dans le département.

Les annexes comprennent, autour d'une cour couverte exclusivement réservée au service d'hygiène, des ateliers de réparation et d'entretien pour le gros matériel, des remises pour les automobiles, automobiles de transport, automobiles de désinfection.

Le laboratoire occupe une vaste salle d'angle, il prend donc jour de deux côtés.

Une place spéciale est réservée aux analyses chimiques des eaux. On y trouve réunis les instruments et les réactifs en usage, les étuves à dessiccation, les colorimètres, les appareils d'Aubin, etc, etc...

D'un autre côté, le matériel propre aux examens bactériologiques : microscopes et colorants, étuves à culture, autoclaves, four Pasteur, ainsi que les milieux de culture.... Ceux-ci, placés dans différents placards avec les flacons et des pipettes stérilisées.

Toutefois les récipients préparés en vue de prélèvements prochains sont réunis dans des boîtes spéciales. Chacune de ces boîtes, strictement réservée à un seul de prélèvement, contient :

- 1° 6 flacons de 1000 cm³ bouchés à l'émeri ;
- 2° 2 flacons de 125 cm³ préalablement stérilisés pendant

une heure à 160° au four Pasteur, et placés dans un étui métallique dont le couvercle est luté avec une bande de papier gommé ;

3° 6 plaques de Petri, préalablement stérilisées et logées dans les mêmes conditions que les précédents flacons ;

4° 6 tubes de gélatine de Bonjean destinés à pratiquer l'ensemencement sur place ;

5° 4 pipettes stérilisées destinées également aux ensemencements.

Enfin, une lampe à alcool, un niveau d'eau et des étiquettes gommées.

La boîte porte un numéro qui est reproduit sur les étiquettes, ainsi que sur la fiche signalétique dont il sera parlé ci-après ; la fermeture est assurée par un couvercle à charnières muni de cadenas ; une poignée facilite le transport. Chaque boîte qui sort du laboratoire est accompagnée d'une fiche signalétique sur laquelle sont notés, au fur et à mesure, les conditions de temps et le lieu de prélèvement,

* * *

Avant d'exposer dans les pages qui suivent le résultat des travaux accomplis au Laboratoire de la Seine-Inférieure, je prierai M. le Professeur Delépine d'accepter l'hommage de ma respectueuse gratitude pour la bienveillance avec laquelle il a accueilli la présente étude. MM. les Professeurs Tassilly et Guérin m'ont fait l'honneur de siéger dans le Jury appelé à examiner cette thèse ; qu'ils veuillent bien me permettre de leur exprimer tous mes remerciements.

M. le docteur Ott a bien voulu non seulement durant une

longue période d'intime collaboration me prodiguer ses conseils expérimentés, mais encore m'autoriser aujourd'hui à publier le résultat des observations faites dans son laboratoire. Je ne saurais trop l'assurer de ma très amicale reconnaissance.

J'ai contracté également des obligations vis-à-vis de M. Bonjean, chef du laboratoire et membre du Conseil supérieur d'hygiène publique de France, et de M. le docteur Panel, directeur du Service municipal d'hygiène de Rouen qui ont bien voulu me donner les avis les plus obligeants et les plus éclairés chaque fois que j'ai fait appel au concours de leur haute expérience. Qu'ils veuillent bien trouver ici tous mes remerciements.



LES EAUX DE ROUEN

Sources de Fontaine-sous-Préaux et Saint-Jacques

Origine et Captage

L'alimentation de la ville de Rouen en eau potable est assurée par des captages :

- 1° Aux sources du Robec, à Fontaine-sous-Préaux;
- 2° A la source Saint-Jacques, à Darnétal.

Le bassin d'alimentation de ces sources est limité au nord-est par le pays de Bray, au sud-ouest par la vallée de la Seine. Le sommet de la craie marneuse, qui atteint 200 mètres dans la falaise occidentale de Bray (sud-ouest de Neufchâtel) ne dépasse guère la cote de 100 mètres à Fontaine-sous-Préaux. Il s'établit donc dans ce bassin d'alimentation une pente générale d'environ 100 mètres du pays de Bray vers la vallée de la Seine.

C'est de la partie moyenne de la craie marneuse que proviennent les eaux, et bien que le point d'émergence des sources soit situé à des altitudes très différentes (67 mètres à Fontaine-sous-Préaux et 20 mètres à Darnétal) celles-ci sortent du même niveau géologique (1).

Trois sources autrefois émergeaient à *Fontaine-sous-Préaux* :

(1) R. FORTIN, *Etude sur les eaux d'alimentation de Rouen* (Rouen, 1906, in-8, 96 p., fig. carte et plan).

La source de l'If,

La source des Cressonniers,

La source Le François.

Elles sortent du sol à des altitudes différentes : 66 mètres 18 pour la première, 66 mètres 92 pour la seconde, 66 mètres 64 pour la troisième. Ces différentes sources ont été abaissées à l'altitude de 64 mètres 60 au moment du captage. Celui-ci a lieu dans des aqueducs en maçonnerie qui débouchent dans la galerie de captation.

Cette galerie aboutit à une première chambre de partage qui laisse passer 140 litres d'eau à la seconde, l'excédent étant rejeté dans la rivière du Robec ; en sortant de la chambre de partage la galerie aboutit à la chambre de jaugeage, d'où les eaux sont dirigées sur deux grands réservoirs de 6.000 m³ de contenance : celui de la *Jatte* et celui de *Sainte-Marie* destinés à emmagasiner les eaux.

D'autre part l'alimentation de la partie haute de la ville, sur la rive droite, et celle du quartier Saint-Sever, sur la rive gauche, sont assurées par deux réservoirs spéciaux. L'un reçoit l'eau du réservoir de la *Jatte* par l'intermédiaire d'un établissement hydraulique ; l'autre, situé au champ de courses, permet de distribuer dans le quartier Saint-Séver l'eau provenant de la source Saint-Jacques.

La source *Saint-Jacques* émerge sur le territoire de la commune de Darnétal, à la limite de Saint-Léger-du-Bourg-Denis, au pied de la côte dite du Roule. Le captage en fut fait en l'an 1500, à frais communs, par le Cardinal Georges d'Amboise et par les bourgeois conseillers de la ville de Rouen.

Jusqu'en 1859 on ne profitait que du 1/12 du volume de cette source. A cette époque les fontaines donnaient 23 jets

coulant d'une façon continue, aucun réservoir ne permettait de conserver l'eau perdue pendant la nuit, on n'en utilisait que le tiers soit au plus 400 mètres cubes en 24 heures pour la totalité des fontaines branchées sur la source Saint-Jacques.

Primitivement celle-ci était dérivée au moyen d'une conduite de poterie, à laquelle a été substituée plus tard un aqueduc en maçonnerie renfermant une canalisation de plomb.

Les eaux de la source Saint-Jacques avaient cessé d'alimenter la ville lors du captage de la source de Fontaine-sous-Préaux, mais, par la suite, en raison de nouveaux besoins, la Compagnie des eaux a dû édifier à proximité du réservoir de choc un établissement hydraulique du type de celui de la Jatte. Cet établissement a permis non seulement d'approvisionner le réservoir du champ de courses édifié pour l'usage du quartier Saint-Sever (1), mais encore de refouler l'eau, selon les besoins, dans le grand réservoir Sainte-Marie.

Les eaux, ainsi captées à deux sources différentes et amenées dans des réservoirs distincts, présentent-elles au moment de leur distribution tous les caractères des eaux potables de bonne qualité ? Malheureusement on ne peut répondre par l'affirmative : les nombreuses analyses chimiques et bactériologiques exécutées depuis 1902 jusqu'au début de la guerre ont montré que les eaux étaient constamment polluées. Sur 45 analyses effectuées par le laboratoire de bactériologie de l'Ecole de médecine et de pharmacie de Rouen, la présence du *Bacillus coli* y est constatée 36 fois. Et, comme l'a écrit très justement dans un de ses rapports M. le docteur Ott, « la signi-

(1) Le quartier Saint-Sever n'était approvisionné jusqu'alors que par des puits et des citernes.

fication de la présence quasi permanente du *Bacillus coli* dans une eau potable n'a pas varié, elle constitue toujours une menace suspendue sur la tête des habitants, la ville de Rouen se trouve donc toujours à la merci d'un incident banal quelconque, tel le séjour dans le voisinage des sources ou dans leur périmètre d'alimentation d'un malade atteint d'une affection transmissible par l'eau, comme la fièvre typhoïde ou le choléra, ou encore de celui d'un convalescent d'une de ces maladies, ou même d'un homme sain excréteur de bacilles. Cette menace suspendue sur la tête des habitants de Rouen semble s'être réalisée, car dans le courant de l'année 1911, 293 cas de fièvre typhoïde ont été signalés ».

La ville de Rouen a essayé, un peu trop timidement peut-être, de porter remède à cette situation ; un projet de filtration par le sable non submergé fut établi, mais il ne paraît pas avoir été jamais mis à exécution.

Javellisation

La situation ne s'était donc pas améliorée, lorsqu'au début de la guerre les troupes britanniques arrivèrent à Rouen. Le 28 décembre 1914, le Général commandant la base anglaise, sur le rapport des autorités médicales anglaises, adressa une note au maire de Rouen pour lui signaler la nécessité d'assurer la stérilisation des eaux d'alimentation.

Répondant à cette pressante invitation, le Conseil municipal dans une délibération du 19 février 1915 décida que l'eau d'alimentation de la ville serait traitée par l'hypochlorite de soude. La Commission sanitaire de l'arrondissement et le Conseil départemental d'hygiène, après avoir entendu les explications de M. le docteur Panel, directeur du Bureau

d'hygiène municipal, sur le projet de javellisation des eaux, en adoptèrent les conclusions, sous réserve que l'opération serait faite sous sa direction effective.

La mise à exécution de cette mesure eut lieu le 1^{er} avril 1915. Un an après, M. le docteur Panel faisait une communication relative à l'assainissement de l'eau d'alimentation de la ville de Rouen. Nous croyons intéressant de donner des extraits de son rapport, Rouen ayant été sinon la première ville, du moins la première grande ville, dans laquelle a été pratiquée d'une manière suivie, la javellisation des eaux destinées à l'alimentation.

« L'hypochlorite de soude doit être déversé dans l'eau autant que possible goutte à goutte et le plus loin possible du consommateur de l'eau. On escompte en effet que plus le trajet sera long, plus le mélange se fera intime, plus les germes pathogènes visés auront chance d'être détruits et aussi plus le produit actif, le chlore, aura le temps de se combiner en un état qui le rende inoffensif.

« Nous avons établi le déversement au départ des sources. Pour déverser goutte à goutte et régulièrement de façon que des espaces de temps égaux correspondent à des quantités égales du liquide déversé, nous avons tenté d'utiliser le principe du vase de Mariotte recommandé par la notice ministérielle. Nous avons rencontré quelques difficultés et c'est assurément la manœuvre qui nous a fait perdre le plus de temps. Nous conseillons de ne pas compter sur ce moyen, théoriquement excellent, mais défectueux dans la pratique.

« Etant données les quantités d'eau à traiter et les quantités d'hypochlorite à déverser, proportion qui sera précisée ci-après, il est impossible de songer à déverser la solution

d'hypochlorite (à 30° chl. fr.) pure dans l'eau et cela pour plusieurs raisons.

« Il est impossible d'obtenir une précision, même approximative, d'un robinet pour un débit très faible. Comme dans l'espèce il s'agit d'une opération industrielle et non d'une expérience de laboratoire, l'appareil déverseur tout en visant une parfaite régularité ne peut être un véritable appareil de précision ; il est bon d'affaiblir l'importance de ses variations possibles en diminuant la concentration du liquide déversé dans les limites désirables.

« Enfin il y a une raison majeure, c'est que la solution concentrée d'hypochlorite dite extrait de Javel, produit commercial que l'on peut avoir du mal à se procurer et que l'on doit prendre comme il est dans les moments de crises qui en justifient l'emploi urgent, ne s'écoule pas régulièrement d'un robinet réglé pour les doses qu'il faudrait. Du fait des conditions de température et d'hygrométrie où l'on se trouve placé, le robinet après avoir coulé un certain temps s'arrête par obstruction.

« On ne peut songer à étendre l'extrait de Javel d'eau distillée, il faut prendre l'eau des sources. Nos eaux sont calcaires, une partie des sels calcaires étant dissous grâce à l'acide carbonique l'extrait de Javel alcalin neutralise l'acide carbonique et précipite du carbonate de chaux. Que l'on ne croie pas que c'est là un petit inconvénient : robinets et tuyauteries seront obstrués par des cristaux qui modifieront d'abord le débit et finalement interrompront le déversement.

« Nous avons créé un dispositif qui obvie à tous ces inconvénients et qui a fonctionné pendant un an sans arrêt et sans une irrégularité appréciable. Il est très simple. Un vase supérieur

reçoit le mélange d'eau et d'extrait de Javel et n'est mis en service qu'après un temps assez prolongé permettant une décantation. Pour cela, il faut que cet élément de l'appareil soit double, pour que l'un soit au repos pendant que l'autre travaille. Ce vase supérieur alimente un vase inférieur de façon à lui maintenir un niveau constant réglé par un tube de trop plein. Ce second vase faisant peser sur la lumière du robinet une colonne de liquide constante, le robinet peut être réglé pour un débit qui ne varie pas. Ajoutez des tubes de niveau permettant de lire les variations du liquide dans le vase supérieur et de constater la situation fixe de celui du vase inférieur, disposez des filtres en bonne place pour retenir tout corps volumineux pouvant obstruer le robinet et vous aurez un appareil sur lequel vous pourrez compter.

« Nous insisterons pour faire remarquer que la seule irrégularité possible à un tel système est une diminution de débit, jamais une augmentation. La robinetterie étant en verre, il se forme une adhérence qui exclut l'idée d'une ouverture spontanée du robinet....

« La dose utile pour l'eau de Rouen varie de 12 à 50 centièmes de milligramme de chlore par litre.

« L'eau d'une source étant essentiellement variable surtout dans les terrains de craie fissurée, il convient de constater journellement ou du moins à périodes très rapprochées quelle est cette composition. De cette constatation dépendra la dose de la solution d'hypochlorite qu'il convient d'incorporer à l'eau pour l'assainir.

Ce renseignement sera acquis lorsqu'on saura quelle est la quantité de solution d'hypochlorite dont on dispose, qui, dans un volume connu d'eau laisse des traces constatables par l'iode

et l'amidon, dans un tube de 30 à 40 centimètres de hauteur, après vingt minutes de contact. Pour cela on fera une dilution convenable de la solution d'hypochlorite et on la mélangera dans des proportions connues à divers échantillons mesurés de l'eau à assainir. Après vingt minutes de contact on examine l'eau par l'iode et l'amidon, si les doses ont été judicieuses on verra que les échantillons qui ont reçu les moindres doses ne réagissent pas au réactif ; que les autres qui ont reçu plus d'hypochlorite donnent avec le réactif des colorations d'autant plus accentuées qu'elles ont reçu plus de produit.

« L'échantillon qui fournira la coloration la plus faible, mais très nette, sera celui qui servira de base pour le traitement de l'eau.

« Cet échantillon d'eau à ce moment, contient du chlore, puisque la réaction de l'iodure d'amidon le montre ; autant qu'on peut en juger par comparaison colorimétrique, la dose serait d'environ 15 centièmes de milligramme de chlore par litre d'eau. Cette eau ne présente ni odeur, ni goût. Si nous examinons l'échantillon d'eau qui nous a servi de base, non plus au bout de vingt minutes, mais après trente, quarante, cinquante ou soixante minutes, nous constaterons qu'à un certain moment la réaction ne se produit plus. Cette disparition se fait d'autant plus vite que l'eau traitée est moins pure, de sorte que s'il existait des craintes de voir une eau conserver indéfiniment le pouvoir de réagir à l'iode et l'amidon, ce serait lorsque l'eau est très pure, mais alors la dose indiquée par la première épreuve est très faible et impuissante à modifier l'odeur et le goût de l'eau. C'est d'ailleurs une crainte purement théorique.

« La dose immédiatement inférieure à celle trouvée serait

encore efficace, la dose immédiatement supérieure ne présenterait pas encore d'inconvénients, la marge est assez grande pour que ce moyen soit applicable industriellement...

« La première expérience montre qu'il a existé de l'hypochlorite dans l'eau pendant vingt minutes, la seconde, montre qu'au bout d'un temps qui varie de trente à soixante minutes, il ne reste plus dans l'eau une quantité d'hypochlorite suffisante pour être décelée par les réactifs ordinaires, c'est-à-dire que cette quantité est inférieure à celle qui correspond à 10 centièmes de milligramme de chlore par litre, c'est-à-dire qu'elle est inférieure à celle que les sens de l'odorat et du goût peuvent percevoir (1) ».

De l'exposé qui précède on peut voir tout l'intérêt qu'il y avait à être renseigné exactement sur le résultat de la désinfection des eaux de Rouen et notamment sur les variations chimiques et bactériologiques résultant de la javellisation.

C'est dans ce but que M. le médecin-major Ott adjoint technique prescrit de procéder aux recherches relatives à la présence du chlore libre dans l'eau, à des analyses de contrôle et enfin à des analyses chimiques et bactériologiques plus complètes.

Recherche du chlorure libre

Pendant trois mois, plusieurs fois par jour et à des heures différentes, nous avons recherché la présence du chlore libre dans l'eau arrivant à un robinet du laboratoire. Tantôt nous exécutons cette recherche après un certain temps d'écoule-

(1) *Département de la Seine-Inférieure. Assemblées sanitaires. Bulletin de 1916* (Rouen, 1917, in-8, p. 133).

ment, 15 à 20 minutes, tantôt au contraire dans l'eau du premier jet. Nous opérions sur 100 centimètres cubes d'eau placée dans une éprouvette en faisant concurremment un témoin ; puis nous ajoutions 10 gouttes d'un réactif iode amidon préparé suivant une formule spécialement établie à cet effet par M. le professeur Gascard, de l'Ecole de médecine et de pharmacie de Rouen : 50 centigrammes d'amidon placés dans un verre gradué sont délayés dans quelques centimètres cubes d'eau chaude, ajouter 5 grammes d'iodure de potassium, compléter le volume à 100 centimètres cubes, filtrer à chaud, conserver dans des flacons à l'abri de la lumière, renouveler toutes les semaines.

Malgré l'extrême sensibilité de ce réactif (il permet de déceler toute dose supérieure à dix centièmes de milligramme de chlore par litre d'eau) nous n'avons jamais constaté la coloration bleue indice de la présence du chlore libre.

On peut conclure après trois mois d'expérience que la javellisation ainsi pratiquée ne laissait pas de chlore libre dans les eaux de Rouen.

Analyses

Procédés d'analyses chimiques et d'examen bactériologiques

Les analyses exécutées furent de deux sortes :

a) Les analyses de contrôle faites avec l'eau recueillie à un robinet du laboratoire ;

b) Les analyses plus complètes, chimiques et bactériologiques, exécutées avec les eaux prélevées à Fontaine-sous-Préaux et à Darnétal, avant et après la javellisation.

Pour exécuter ces analyses nous avons suivi, sauf légères

modifications de détails, les méthodes et procédés employés par le laboratoire du Conseil supérieur d'hygiène publique de France admirablement mis au point par M. Bonjean, le distingué directeur de ce laboratoire.

Analyses chimiques

EVALUATION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE :

Milieu acide. — 100 cm³ de l'eau à analyser dans une fiole et 50 cm³ dans une seconde. Acidification par, respectivement, 10 cm³ et 5 cm³ d'acide sulfurique au 1/4.

Milieu alcalin. — Comme précédemment 100 cm³ et 50 cm³ d'eau, alcalinisation par, respectivement, 10 cm³ et 5 cm³ d'une solution saturée de bicarbonate de soude.

Addition dans chacune des fioles de 10 cm³ de solution de permanganate de potasse à 0 gr. 50 pour 1000 cm³ (correspondant à 0 mg. 125 d'oxygène et à 0 mg. 997 d'acide oxalique cristallisé par centimètre cube).

Ebullition du tout pendant 10 minutes. Refroidissement à l'aide d'un filet d'eau froide. Acidification par 10 cm³ et 5 cm³ d'acide sulfurique au 1/4 des liqueurs alcalines. Addition dans les 4 épreuves de 10 cm³ de sulfate ferreux ammoniacal (solution à 10 grammes par litre + 10 grammes d'acide sulfurique), et enfin addition de la solution de permanganate de potasse jusqu'à la teinte rosée.

La différence volumétrique de permanganate trouvé entre une épreuve à 100 cm³ et celle de 50 cm³ qui lui correspond représente l'oxygène consommé par 50 cm³ d'eau à analyser : les résultats sont exprimés en oxygène et en acide oxalique par litre.

OXYGÈNE DISSOUS :

Eau à analyser dans pipette de Lévy de volume connu (108 à 110 cm^3), 10 cm^3 d'acide sulfurique à 66° Baumé dans la fiole, 5 cm^3 de sulfate ferreux ammoniacal (solution à 20 grammes par litre + 20 grammes d'acide sulfurique) dans l'entonnoir. Passage des 5 cm^3 de sulfate ferreux ammoniacal dans la pipette et écoulement d'un volume correspondant dans la fiole.

Même manipulation avec 5 cm^3 de lessive de soude à 40°, 1/2 heure de contact. Même manipulation que précédemment d'abord avec 5 cm^3 d'acide sulfurique au 1/4, puis avec 5 cm^3 d'acide sulfurique pur. Passage du contenu de la pipette dans la fiole et rinçage de la pipette à l'eau distillée.

Même ensemble de manipulations pour un témoin au contact de l'air. Addition de solution de permanganate de potasse à 0,50 pour 1000 dans témoin et épreuve jusqu'à même coloration rosée.

La différence de lecture correspond à l'oxygène dissous dans le volume d'eau analysée. Chaque centimètre cube représente 0 mg. 125 d'oxygène.

Les manipulations concernant le dosage des matières organiques et celui de l'oxygène dissous se résument dans le tableau suivant dressé pour la pratique courante du laboratoire départemental d'hygiène de Rouen.

	Oxygène dissous		Matières organiques			
	Essai	Témoin	Alcalin		Acide	
Eau à analyser.	100	100	100	50	100	50
Acide sulfurique au 1/2. . . .	20	20				
Sulfate ferreux à 2 0/0. . . .	5	5				
Lessive de soude (30 minutes de contact).	5	5				
Acide sulfurique au 1/4. . . .	5	5			10	5
Bicarbonate de soude.			10	5		
Permanganate de potasse (10 minutes d'ébullition). . .			10	10	10	10
Acide sulfurique au 1/4. . . .			10	5		
Sulfate ferreux à 1 0/0. . . .			10	10	10	10
Acide sulfurique pur.	5	5				

Titrage avec solution de permanganate
de potasse à 0.50 0/0

AZOTE AMMONIACAL :

Recherche. — Evaporation de 250 cm³ d'eau à analyser additionnée de 5 à 6 gouttes d'acide sulfurique jusqu'à concentration à 30 cm³.

Alcalinisation par potasse caustique.

Préparation d'un témoin à l'eau distillée dans les mêmes conditions.

Addition de 2 cm³ de réactif de Nessler.

Coloration jaune brun si présence d'ammoniaque.

Dosage : 1000 cm³ d'eau à analyser et 10 grammes de lait de magnésie calcinée dans le ballon adapté à l'appareil d'Aubin. Distillat recueilli (80 à 100 cm³) dans une fiole conique contenant 20 cm³ d'acide sulfurique (à 0 gramme 98 par litre) et quelques gouttes de solution alcoolique de phénolphthaléine.

Préparation d'un témoin avec les mêmes quantités d'eau distillée, d'acide et de phénolphthaléine.

Le titrage avec la solution de soude (0 gramme 80 de N^a O H par litre) du témoin et de l'épreuve donne la quantité d'ammoniaque correspondant.

AZOTE TOTAL :

Evaporation d'un litre d'eau additionnée de 5 cm³ d'acide sulfurique jusqu'à 30 cm³ environ. Evaporation du résidu dans un ballon avec un globule de mercure jusqu'à décoloration complète de l'acide sulfurique. Refroidissement. Addition d'eau distillée et de 2 à 5 grammes d'hypophosphite de soude. Saturation à froid par la soude étendue — liquide introduit dans le ballon de l'appareil d'Aubin avec 10 grammes de lait de magnésie. La suite comme précédemment.

Résultat évalué en azote total.

AZOTE ORGANIQUE :

Par différence entre l'azote total et l'azote ammoniacal.

NITRITES :

5 cm³ de réactif de Tromsdorff dans 100 cm³ d'eau préalablement additionnée de 2 cm³ d'acide sulfurique au 1/4. Coloration bleue si présence de nitrites.

NITRATES :

Evaporation à siccité au bain-marie de 10 cm³ d'eau à ana-

lyser et de 10 cm³ de solution de nitrate de potasse (80 mg. 26 de nitrate de potassium par litre correspondant à 50 mg. d'acide nitrique par litre). Après refroidissement addition de 1 cm³ de réactif sulfophéniqué (dissolution de 12 gr. acide phénique pur et cristallisé dans 144 grammes d'acide sulfurique pur bouilli) dans chaque vase.

Addition de 5 cm³ d'eau distillée et de 10 cm³ d'ammoniaque au 1/3.

Lecture au colorimètre comparativement au témoin.

RÉSIDU A 110° :

Evaporation au bain-marie par fractions successives de 500 cm³ d'eau dans une capsule de platine exactement tarée.

Capsule à l'étuve à 110° pendant 4 heures.

Refroidissement dans dessiccateur, et pesée.

RÉSIDU APRÈS CALCINATION :

Capsule placée dans moufle au rouge cerise jusqu'à cendres blanches. Refroidissement dans dessiccateur.

PERTE AU ROUGE.

Différence entre résidu à 110° et résidu après calcination.

SILICE :

Résidu de l'opération précédente repris par eau chaude et dissolution dans l'eau acidulée d'acide chlorhydrique. Evaporation jusqu'à siccité. Addition de 5 cm³ d'HCl. Evaporation à siccité et deux heures à l'étuve à 110°. Addition d'eau acidulée d'acide chlorhydrique. Filtration, lavage, séchage, et incinération.

Pesée donne poids de SiO².

OXYDE DE FER ET D'ALUMINE :

Alcalinisation par l'ammoniaque des eaux de lavage de

l'opération précédente. Ebullition, filtrage, lavage, séchage, incinération, pesée.

CHAUX :

Acidification par acide acétique du liquide filtré de l'opération précédente.

Addition d'oxalate d'ammoniaque, 24 heures de contact.

Filtration à froid. Lavage à l'eau bouillante jusqu'à perte d'acidité du précipité. Séchage et incinération. Addition de carbonate d'ammoniaque. Evaporation, chauffage sans atteindre rouge sombre. Pesée du carbonate de chaux formé.

Résultat en CaO .

MAGNÉSIE :

Alcalinisation par ammoniaque du liquide provenant de l'opération précédente. Addition de phosphate d'ammoniaque. Contact de 24 heures. Filtration, lavage à l'eau ammoniacale, séchage, incinération.

Pesée du $\text{Mg}^2 \text{P}^3 \text{O}^1$; résultat en MgO .

SULFATES :

500 cm^3 d'eau acidifiée par 5 cm^3 d'acide chlorhydrique. Evaporation jusqu'à 250 cm^3 : solution saturée de chlorure de baryum ajoutée pendant l'ébullition. Filtration, lavage à l'eau bouillante, séchage, incinération.

Pesée du $\text{So}^1 \text{Ba}$; résultat en So^3 rapporté au litre.

CHLORURES :

250 cm^3 d'eau additionnée de 0,5 cm^3 de solution de chromate jaune (solution de chromate de potassium neutre et pur à 10 0/0). Titrage par solution de nitrate d'argent (solution de nitrate d'argent à 2 grammes 9075 par litre, 1 cm^3 correspond à 1 milligramme de NaCl ou 0 mg. 607 de Cl) jusqu'à virage de jaune vert au jaune orange. Déduction du volume de nitrate

d'argent employé pour obtenir teinte identique sur témoin avec 250 cm³ d'eau distillée. Résultats en NaCl par litre.

Le passage du jaune vert au jaune orange ne se présente pas toujours avec une netteté absolue, et le dosage est par suite susceptible de varier avec l'observateur. Pour remédier à cet inconvénient, M. le professeur Delépine préconise un mode de dosage des chlorures qui, au prix d'une manipulation plus longue, apporte par l'apparition d'une coloration bien marquée un moyen d'observation beaucoup plus sûr : 100 cm³ d'eau (ou 50 cm³ selon la richesse en chlorures) sont évaporés à siccité, dissoudre au bain-marie dans 2 cm³ d'eau distillée, ajouter une goutte de solution de chromate jaune de potasse à 1/10 : titrage par la solution de nitrate d'argent indiquée ci-dessus jusqu'à virage du jaune vert au rouge persistant. L'application de ce procédé n'est pas limitée au seul dosage des chlorures dans l'eau. Nous en avons notamment apprécié personnellement les avantages pour le dosage des chlorures dans les urines.

ACIDE PHOSPHORIQUE :

Evaporation de 250 cm³ d'eau contenant 5 cm³ d'acide nitrique jusqu'à 30 cm³. Addition de 10 cm³ de réactif molybdique, mélange maintenu au bain-marie, précipité jaune de phosphomolybdate d'ammoniaque avec 0 mg. 01 de P² O⁵ par litre.

TITRAGE ALCALIMÉTRIQUE :

250 cm³ d'eau et 2 à 3 gouttes d'orangé Poirier (solution aqueuse saturée d'orangé Poirier n° 3). Titrage à l'acide sulfurique (9 gr. 80 d'acide sulfurique par litre correspondant à 9 mg. 8 de So⁴ H² par cm³) jusqu'à virage très sensible du jaune au rose.

Préparation d'un témoin avec même quantité d'eau distillée et d'orangé.

TITRAGE HYDROTIMÉTRIQUE :

Liqueur titrée de savon.

Saponification de 30 cm³ d'huile d'amande douce par 10 cm³ de lessive de soude à 36° en présence de 10 cm³ d'alcool à 95°. Mélange au bain-marie jusqu'à totale réaction, et quantité nécessaire d'alcool à 60° pour compléter à 1000 cm³, filtration, titrage.

a) *Degré hydrotimétrique total.*

Détermination du degré hydrotimétrique total sur 40 cm³ d'eau avec ou sans dilution jusqu'à mousse persistante de 1 cm. d'épaisseur pendant 4 à 5 minutes.

b) *Degré hydrotimétrique permanent.*

Ebullition pendant dix minutes de 100 centimètres cubes d'eau. Après refroidissement volume ramené à 100 centimètres cubes avec eau distillée bouillie.

Filtration, titrage sur 40 cm³ d'eau comme précédemment.

Examens bactériologiques

Numération :

Gélatine Bonjean fluidifiée et versée dans plaque de Pétri. Répartition uniforme. Ensemencement dans chaque plaque respectivement de 1 goutte, 2 gouttes, 5 gouttes (dilution en bouillon suivant les besoins). Mélange intime, refroidissement sur plaque réfringente. Etuve à 20°. Numération autant que possible après le 15^e jour.

Recherche du *Bacillus coli* :

3 ballons : le premier, 50 cm³ de bouillon, 50 cm³ d'eau à examiner et 20 gouttes d'acide phénique (solution à 5 0/0).

Le second, 10 cm³ de bouillon, 1 cm³ d'eau à examiner, deux gouttes d'acide phénique.

Pratiquement un troisième ballon était préparé en vue de la séparation des bactéries banales; le contenu de ce ballon n'a donné lieu qu'à une observation sommaire.

Ces ballons à l'étuve à 42° pendant 48 heures.

1 cm³ du ballon n° 1 et 1 cm³ du ballon n° 2 dans, respectivement, 10 cm³ d'eau peptonée. Etuve à 37° pendant 24 heures. Ensemencements de chacun des produits dans gélatine de Elsner. Après 4 jours d'étuve à 20°, recherche et identification du *Bacillus coli*, et parallèlement recherche de l'indol dans les ballons d'eau peptonée.

Analyses de contrôle

Nous sommes partis pour procéder aux analyses de contrôle d'une analyse faite le 31 janvier 1917, sur l'eau recueillie à un robinet du laboratoire. Nous avons obtenu les résultats suivants :

Matières organiques	Milieu acide.	0 mg. 51
	Milieu alcalin	0 mg. 76
Oxygène dissous		10 mg. 63
Chlorures (en Na Cl).		19 mg.
Nitrites		Néant
Nitrates (en AzO ³ H)		12 mg.
Alcalimétrie (en Co ³ Ca).		270 mg.
Degré hydrotimétrique total.		29°
Degré hydrotimétrique permanent		11°

Examen bactériologique

Numération (faite au 15 ^e jour).	50 germes par cm ³ .
<i>Bacillus coli</i>	Néant

Résultats des Analyses de Contrôle

Dates (Année 1917)	Matières organiques		Oxygène dissous	Chlorures en Na Cl	Nitrites	Ammoniaque	Nitrates en AzO ³ H
	Milieu acide	Milieu alcalin					
2 février.	0 ^{mg} 51	1 ^{mg} 36	11 ^{mg} 25	19 ^{mg}	0	présence	13 ^{mg}
7 »	0 51	0 51	10 75	18	0	0	14
13 »	0 51	1 01	11 01	18	0	0	13
16 »	0 25	0 51	11 50	18	0	0	14
20 »	0 25	0 76	10 90	19	0	0	13
24 »	1 01	1 52	11 37	19	0	présence notable	12
5 mars.	0 76	1 26	11 25	19	0	0	14
13 »	0 51	0 76	10 75	18	0	légère présence	13
20 »	0 76	1 01	10 37	18	0	0	14
26 »	0 25	0 50	10 62	18	0	légère présence	15
6 avril.	0 51	0 51	11	17	0	0	15
13 »	1 01	0 51	11 25	17	0	présence	14
19 »	1 26	0 51	11	18	0	présence	15
27 »	0 25	0 51	11 37	17	0	0	14
3 mai.	0 25	0 51	10 62	16	0	0	13
9 »	0 25	0 25	10 62	17	0	présence notable	12
15 »	0 25	0 51	10 62	17	0	0	12
21 »	0 25	0 25	10 25	17	0	0	11
25 »	0 25	0 25	10 50	17	0	0	11
2 juin.	0 25	0 51	10	16	0	0	11
11 »	0 25	0 25	10 50	16	0	0	12

Résultats des Analyses de Contrôle

(Suite)

Dates (Année 1917)	Matières organiques		Oxygène dissous	Chlorures en Na Cl	Nitrites	Ammoniaque	Nitrates en Az O ³ H
	Milieu acide	Milieu alcalin					
20 juin . .	0 ^{mg} 25	0 ^{mg} 76	11 ^{mg} 50	17 ^{mg}	0	0	12 ^{mg}
28 » . .	0 25	0 51	10 75	17	0	légère présence	12
2 juillet .	0 25	0 25	10 75	17	0	0	13
10 » . .	0 76	1 01	9 37	17	0	0	12
18 » . .	0 25	0 51	9 27	16	0	0	13
24 » . .	0 51	0 76	9 25	17	0	présence notable	11
26 » . .	0 76	1 01	9 25	17	0	0	12
8 août . .	0 25	0 51	8 75	17	0	0	11
16 » . .	0 76	1 26	8 62	16	0	0	11
28 » . .	0 76	1 01	9 50	18	0	0	11
8 sept . .	0 50	0 50	9 75	18	0	0	11
17 » . .	0 25	0 51	9 75	18	0	0	11
26 » . .	0 25	0 51	9 75	18	0	0	11
Maximum.	1 26	1 52	11 50	19	0	»	15
Minimum.	0 25	0 25	8 62	16	0	»	11
Moyenne .	0 47	0 61	10 42	17 5	0	»	12 5

On observera que, pour les matières organiques en milieu acide, trois résultats exceptionnels : 1.26 (une fois) et 1.01 (deux fois) contribuent à relever sensiblement la moyenne.

La présence de l'ammoniaque a été constatée 9 fois (3 fois présence légère, 3 fois présence, 3 fois présence notable) contre 25 observations négatives.

Analyses chimiques et bactériologiques

Les analyses de contrôle poursuivies pendant trois mois ayant établi que les eaux de Rouen devaient au point de vue chimique être tenues pour suspectes, et, d'autre part, les effets de la javellisation devant être constatés, des analyses plus complètes, chimiques et bactériologiques, ont été superposées aux analyses de contrôle et poursuivies concurremment avec celles-ci.

Les analyses chimiques et bactériologiques complètes ont été faites sur les eaux de source de Fontaine-sous-Préaux et Saint-Jacques, prélevées avant et après javellisation (1). Voici le résultat de chacune d'elles.

(1) Les prélèvements avant javellisation ont été faits à la source même ; pour les analyses après javellisation, l'eau a été prélevée au puits-regard Mulot, c'est-à-dire à 300 mètres de la source et du point de javellisation.

Résultats des Analyses

(Avant et après javellisation)

Dates	Matières organiques Milieu acide		Matières organiques Milieu alcalin		Oxygène dissous		Chlorures en Na Cl		Nitrites		Ammoniaque		Alcalimétrie en CO ³ Ca		Degré hydrotimét. Total		Degré hydrotimét. Permanent		Nitrates en AzO ³ H		Numération au 15 ^e jour		Bacillus coli						
	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après					
(Année 1917)																													
Source de Fontaine-sous-Préaux																													
23 mai.	0 ^{mg} 25	0 ^{mg} 25	0 ^{mg} 51	0 ^{mg} 51	10 ^{mg} 12	10 ^{mg} 12	17 ^{mg}	17 ^{mg}	0	0	0	0	264 ^{mg}	264 ^{mg}	27°	27°	11°	11°	11 ^{mg}	11 ^{mg}	195	0	présence	0					
30 »	0	25	0	51	37	40	37	17	0	0	0	16	0	260	260	26	26	11	11	11	11	180	136	0	0				
14 juin.	0	25	0	51	10	12	10	17	0	0	0	0	268	268	26	26	11	11	12	12	»	»	0	0					
11 juillet.	1	01	1	26	9	37	9	16	0	0	0	0	268	268	29	29	10	10	12	12	»	»	présence	0					
Source Saint-Jacques																													
16 août.	0	76	0	76	1	01	1	01	9	9	12	16	16	0	0	0	0	260	260	29	29	11	11	12	12	160	130	présence	0

D'où il résulte tout d'abord qu'au point de vue chimique les analyses complètes confirment les résultats obtenus par les analyses plus sommaires, dites analyses de contrôle. La même inconstance de certains éléments, matières organiques et ammoniacale, est constatée par les unes et par les autres.

D'autre part, il apparaît bien que la javellisation n'apporte pas de modification dans la composition chimique de l'eau. Les résultats avant et après javellisation sont identiques, à deux légères différences près. L'oxygène dissous a été constaté en quantité légèrement supérieure après javellisation. L'eau s'est évidemment oxygénée au contact de l'air des galeries entre le point de captation et le lieu de prélèvement. L'azote ammoniacal constaté une fois s'est trouvé ce même jour en quantité légèrement inférieure après javellisation, nous ne saurions inférer d'une expérience unique que ce soit là un effet dû à la présence de l'hypochlorite.

Au point de vue bactériologique, au contraire, les conséquences de la javellisation sont indéniables. Si pour la numération des germes, nos expériences ne sont pas concluantes parce que limitées à trois en raison du fonctionnement défectueux de notre étuve à 20°, par contre, en ce qui concerne le *Bacillus coli*, aux trois résultats positifs avant javellisation répondent trois résultats négatifs après javellisation.

Quelques hygiénistes admettent que la présence du *Bacillus coli* n'entraîne pas *ipso facto* la condamnation d'une eau, d'où la nécessité pour eux de procéder à la numération de ces bacilles afin d'apprécier si avant de prononcer l'exclusive, il ne convient pas d'admettre des circonstances atténuantes en faveur d'une eau ne contenant qu'un petit nombre de *Bacillus coli*. Mais la jurisprudence est plus rigoureuse au laboratoire

d'hygiène départemental de la Seine-Inférieure. On y professe, ainsi qu'on l'a vu plus haut, la doctrine que la présence, si faible soit-elle, mais presque *permanente*, du *Bacillus coli* dans une eau est un indice, facteur essentiel de l'équation suivante :

Coli : matières organiques de provenance humaine ou animale.

Le *Bacillus coli* tient lieu d'*indicateur* devant attirer l'attention de l'hygiéniste, parce qu'on ne sait jamais *a priori* si, parmi les matières organiques dont il s'agit, ne se trouvent pas des produits pathologiques disséminables par l'eau. De tous les germes intestinaux, le coli étant le plus facile à mettre en évidence, il était naturel qu'on s'adressât à ce germe, de préférence à tout autre.

On ne s'étonnera donc pas que nous n'ayons pas pratiqué la numération de ces bacilles avant la javellisation, et que nous nous soyons borné à en constater la présence.

Eau de Saint-Filleul

Origine et captage

Au début du xvi^e siècle, on songea à utiliser les sourcins qui apparaissaient au pied des coteaux du Mont Saint-Aignan et se déversaient dans le fossé du Mont Riboudet, pour alimenter en eau une partie de la ville qui en était encore complètement dépourvue. Les sourcins dispersés sur un grand nombre de points furent rassemblés et constituèrent la source Saint-Filleul.

Les eaux captées en 1519 étaient conduites en ville par des tuyaux en poterie ; la longueur totale de la conduite était de 2340 mètres depuis la sortie de la source jusqu'à la Fontaine de Lisieux située rue de la Savonnerie, où elle se terminait.

Dans ce parcours on voit encore quatre regards avec cuves de distribution et décharges.

Les travaux exécutés pour utiliser les eaux de Saint-Filleul furent relativement importants. Les tuyaux placés à neuf mètres sous terre s'obstruaient facilement faute de pente. C'est ainsi qu'en 1768, après avoir constaté une diminution très sensible d'écoulement dans la canalisation, on décida de faire visiter la source et d'exécuter au besoin les travaux utiles pour remédier à l'état de choses dont on avait constamment à souffrir. M. Lyot, professeur de mathématiques et inspecteur des fontaines, fut chargé des recherches, et un procès-verbal du 26 juin 1771 rappelle les difficultés vaincues et les risques courus par les ouvriers. En creusant un puits au-dessus des tuyaux de captage on reconnut qu'ils étaient engorgés. Mais comment retrouver le point d'obstruction ? On chercha à ouvrir de nouveau la galerie souterraine pratiquée à l'origine pour la pose des tuyaux, mais les terres déjà remuées s'éboulaient, et, malgré les étalements, constituaient un grave danger pour les ouvriers ; ouvrir une tranchée de neuf mètres de profondeur eût entraîné d'autre part une grande dépense. M. Lyot très perplexe, s'avisa alors pour rechercher l'état de la conduite d'un moyen particulier. Il se munit d'anguilles bien vivantes, leur fit percer la queue pour y engager un fil de laiton en forme d'anneau. A cet anneau on attachait un fil de laiton et on lançait l'anguille dans le conduit ; par de légères saccades on cherchait à la faire avancer et en effet elle parvint aux deux tiers de la conduite. Mais, là, arrêt complet. On remplaça la première, sans doute épuisée, par une seconde, et après six heures de cet exercice on vit enfin apparaître la deuxième anguille dans le bassin du bas avec

son fil à la queue ; au moyen de ce fil on fit pénétrer dans le conduit une forte ficelle à laquelle on attachait des brins de balai et par un mouvement de va-et-vient on put ainsi dégager le conduit engorgé (1).

Il y a une cinquantaine d'années, Saint-Filleul contribuait encore à alimenter une partie de la ville de Rouen ; 16 fontaines étaient desservies par cette source. De nos jours, les canalisations de la source Saint-Filleul sont tombées hors d'usage, sauf un conduit de faible débit qui aboutit dans l'hôpital mixte ; l'eau provenant de cette origine ne sert pratiquement qu'à des travaux de propreté. Pendant la guerre la question s'est posée de savoir s'il ne conviendrait pas de l'utiliser au point de vue alimentaire.

Les eaux de Saint-Filleul jouissaient autrefois d'une estime qui a été consacrée par une inscription :

Hic dispensat aquas sanis aegrisque salubres

Nympha latens.....

Ce souvenir n'est pas complètement aboli dans la mémoire des Rouennais, et l'on trouve encore de vieilles femmes qui tirant de l'eau à certaines fontaines de la ville sont persuadées qu'elles ont puisé de l'eau de Saint-Filleul.

L'adjoint technique a tenu, comme bien l'on pense, à ce que cette réputation traditionnelle fût confirmée par une observation scientifique ; cette eau n'avait pas été examinée depuis quelque cinquante ans.

Nous avons donc, le 3 janvier 1918, procédé à l'analyse de l'eau de Saint-Filleul qui s'écoule à l'hôpital mixte.

(1) Notice sur les anciennes sources. Rouen souterrain. M. Gogéard.

Analyse :

Matières organiques	Milieu acide . . .	0 mg. 25
	Milieu alcalin . .	1 mg. 01
Oxygène dissous		9 mg. 87
Chlorures		24 mg.
Azote total		0 mg. 05
Azote ammoniacal		0 mg. 02
Azote organique		0 mg. 03
Nitrites		Néant
Nitrates (en AzO^3H)		50 mg.
Alcalimétrie (en CO^3Ca)		268 mg.
Degré hydrotimétrique total		27°
Degré hydrotimétrique permanent		12°
Silice (en SiO^2)		26 mg.
Oxyde de fer d'alumine		13 mg.
Chaux (en CaO)		170 mg.
Sulfates (en SO^3)		44 mg. 4
Acide phosphorique		Néant

Examen bactériologique

Numération (au 15 ^e jour).	20 germes par cm^3
Bacillus coli	Néant

CONCLUSION. — Bien que cette eau renferme des traces d'ammoniaque et une quantité élevée de nitrates, elle peut être tenue pour propre à la consommation en raison de sa faible teneur en matières organiques et de sa pureté bactériologique.

La tradition populaire avait raison.

Puits de l'hôpital Forbas

Cet hôpital situé 18, rue des Capucines, à Rouen, était le siège d'un centre d'ophtalmologie. Un puits l'alimentait.

A l'occasion d'une réparation faite à la pompe, nous avons procédé à l'analyse de l'eau de ce puits, le 28 juillet 1918.

Analyse :

Matières organiques	{ Milieu acide . . .	7 mg. 59
	{ Milieu alcalin. . .	6 mg. 32
Oxygène dissous		4 mg. 62
Chlorures (en NaCl).		28 mg.
Azote total		0 mg. 66
Azote ammoniacal		0 mg. 52
Azote organique		0 mg. 14
Nitrites.		Néant
Nitrates (en AzO^3H).		Néant
Alcalimétrie (en Co^3Ca)		110 mg.
Degré hydrotimétrique total		18°
Degré hydrotimétrique permanent		10°

CONCLUSION. — Eau de très mauvaise qualité, impropre à l'alimentation.

L'absence de nitrates dans cette eau de puits donnerait à penser à une infiltration d'eau courante.

Ce puits a été fermé et l'eau d'alimentation a été fournie par la Compagnie des eaux.



EAUX DE LA SEINE-INFÉRIEURE

Roncherolles-en-Braye

Aux environs de Forges-les-Eaux, les Anglais avaient établi plusieurs camps militaires alimentés par des puits. D'autre part, une boucherie chevaline s'était installée à Roncherolles-en-Braye, localité située à quatre kilomètres de Forges.

Le préfet de la Seine-Inférieure fut avisé par le général chef de la Mission militaire française près l'Armée Britannique qu'un établissement d'équarrissage se dissimulait sous le couvert de cette boucherie hippophagique ; l'enfouissement des cadavres mettait en péril la salubrité de la région.

M. le docteur Ott, directeur du service départemental d'hygiène fut chargé d'une enquête au cours de laquelle les analyses me furent confiées le 12 octobre 1917.

Il a été fait deux prélèvements, l'un dans le puits de l'établissement de Roncherolles, l'autre dans une mare avoisinante :

Matières organiques :	Puits	Mare
Milieu acide	12 mg. 90	14 mg. 17
Milieu alcalin	14 mg. 93	18 mg. 22
Oxygène dissous	1 mg. 25	7 mg. 50
Chlorures (en NaCl).	50 mg.	25 mg.

	Puits	Mare
Azote total	2 mg. 36	0 mg. 59
Azote organique	2 mg. 22	0 mg. 59
Nitrites	Présence notable	Néant
Nitrates (en AzO^3H)	46 mg.	Légère présence
Alcalimétrie (en Co^3Ca)	205 mg.	48 mg.
Degré hydrotimétrique		
total	40°	24°
Degré hydrotimétrique		
permanent	24°	10°

Examen bactériologique

Numération (faite au 15 ^e jour)	76.450 germes	130.000
	par cm^3 cube	par cm^3 cube
Bacillus coli (1)	au moins 1.000	au moins
	au litre	500 au litre

CONCLUSION. — Les résultats des analyses bactériologiques, de 76.450 à 130.000 germes aérobies par centimètre cube, d'une part, et de 500 à 1.000 Bacillus coli, d'autre part, sont l'indice d'une contamination profonde.

Les analyses chimiques ne sont pas moins significatives que les examens bactériologiques : matières organiques en quantité extrêmement élevée, peu d'oxygène dissous, présence notable de nitrites et d'ammoniaque. Où chercher l'explication d'une

(1) Nous avons indiqué précédemment que la numération des Bacillus coli n'était pas, en principe, pratiquée au laboratoire de Rouen. Toutefois, dans le cas présent, en raison de l'extrême contamination de l'eau de Roncherolles, nous avons, par exception, procédé à la numération des Bacillus coli.

telle contamination sinon dans l'étude des nappes aquifères d'où provenait l'eau du puits, étant évident, par ailleurs, que la contamination de l'eau de la mare provient d'une souillure directe.

Le sol et le sous-sol sont constitués par des couches de sable alternant avec des couches de glaise. Les eaux météoriques tombées sur la surface du sol sont emprisonnées dans les interstices des couches de sable et retenues par la couche de glaise. L'abondance des pluies détermine une véritable nappe d'eau. C'est dans un sol ainsi constitué que l'établissement hippophagique a enfoui des cadavres ou les détritux impropres à la consommation.

Or, la présence de l'argile est particulièrement nuisible à la putréfaction des cadavres, parce qu'elle les dérobe au contact de l'air, par ailleurs indispensable par son oxygène à l'œuvre d'oxydation des composés albuminoïdes. Dans l'argile, la décomposition ne se poursuit que très lentement et n'arrive à son terme qu'après quinze ou vingt années. Durant ce temps, les eaux qui circulent à travers l'argile se chargent de microbes anaérobies, et de particules organiques provenant des cadavres et n'arrivent que souillées dans les puits qu'elles alimentent.

Telle est l'eau du puits de Roncherolles dont nous avons eu à examiner la composition chimique et bactériologique.

On peut sans exagération évaluer à plusieurs années le temps durant lequel les eaux souillées par l'établissement de Roncherolles demeureront impropres à tout usage non seulement alimentaire, mais encore domestique.

Cette affaire a été portée devant la justice et l'établissement a été fermé par l'autorité administrative.

Harfleur

La ville d'Harfleur est alimentée par des eaux prenant leur source sur le territoire de la commune de Gonfreville, sur la rive gauche de la rivière Saint-Laurent. L'altitude de la source est de 8 mètres dans la chambre de captage.

Des camps anglais furent installés pendant la guerre aux environs d'Harfleur et les autorités militaires demandèrent à s'alimenter sur la canalisation de Gonfreville-Harfleur. La qualité de l'eau fut au préalable vérifiée par une analyse, le 21 août 1917.

Analyse de l'eau d'Harfleur

prélevée à l'usine de la Compagnie des Eaux

Matières organiques	Milieu acide . . .	0 mg. 76
	Milieu alcalin . . .	0 mg. 76
Oxygène dissous		8 mg.
Chlorures (en NaCl).		23 mg.
Azote ammoniacal		Néant
Nitrites		Néant
Nitrates (en AzO^3H)		22 mg.
Alcalimétrie (en Co^3Ca).		216 mg.
Degré hydrotimétrique total.		30°
Degré hydrotimétrique permanent		12°

Examen bactériologique

Numération (faite au 15 ^e jour) . . .	68 germes par cm^3
Bacillus coli	Néant.

CONCLUSION. — Eau de bonne qualité.

Il ne semble pas que les autorités militaires anglaises aient

donné suite à leur projet de brancher des canalisations sur celle de Gonfreville-Harfleur.

Eu

La ville d'Eu en raison de la mauvaise qualité des eaux servant à l'alimentation a fait creuser un puits artésien en 1894. Le journal de sondage nous fait connaître les phases de l'opération :

A 23 mètres, craie blanche.

A 38 mètres, craie.

A 84 mètres, glaise.

A 106 mètres, argile.

A 132 mètres, sables verts.

L'eau du puits artésien d'Eu, recueillie à 170 mètres de profondeur, est dirigée dans deux réservoirs de 1.000 mètres cubes chacun, établis au Mont Vitot, d'où partent les canalisations qui alimentent Eu, Mers, Le Tréport. L'excédent du débit est rejeté dans la Bresle.

Des établissements militaires considérables étaient installés dans cette région : plusieurs camps belges, ainsi que divers services de la même armée ; un grand hôpital anglais au Tréport.

Les autorités militaires des deux armées alliées demandèrent aux autorités militaires françaises de faire vérifier la qualité des eaux. Un prélèvement fut fait à Eu le 29 avril 1918.

Analyse de l'eau d'Eu

Matières organiques	Milieu acide . . .	0 mg. 25
	Milieu alcalin. . .	1 mg. 77

Oxygène dissous	1 mg. 87
Chlorures (en NaCl).	1.040 mg.
Azote total	0 mg. 34
Azote ammoniacal	0 mg. 10
Azote organique	0 mg. 24
Nitrites.	Néant
Nitrates (en AzO^3H)	Néant
Alcalimétrie (en Co^3Ca).	275 mg.
Degré hydrotimétrique total	7° 5
Degré hydrotimétrique permanent	3°
Résidu à 110°.	1.482 mg.
Résidu après calcination	1.436 mg.
Perte au rouge	46 mg.
Silice (en SiO^2).	15 mg.
Oxyde de fer d'alumine	5 mg.
Chaux (en CaO)	20 mg.
Sulfates (en So^3)	58 mg.
Magnésie (en MgO)	7 mg. 50
Acide phosphorique.	Néant

Examen bactériologique

Numération (faite au 15 ^e jour) . . .	10 germes par cm^3
Bacillus coli	Néant

En regard de cette analyse, nous croyons devoir mettre les résultats obtenus par M. Bonjean lorsqu'en 1895 à l'occasion du forage du puits, il fut appelé à examiner ces mêmes eaux.

Eau du puits artésien de la ville d'Eu

Prélèvements faits le 13 janvier 1895

Matières organiques	{	Milieu acide. .	3 mg. 000
	{	Milieu alcalin .	1 mg. 750

Oxygène dissous en volume	1 cc. 223
Ammoniaque et sels ammoniacaux	0 07
Azote albuminoïde	0 11
Nitrites	Néant
Nitrates (en AzO^3H)	Néant
Acide phosphorique	traces
Chlore	619
Résidu à 110°	1.418.9
Résidu après calcination	1.380
Silice (en SiO^2)	19
Chaux (en CaO)	16.8
Magnésie (en MgO)	9
Acide sulfurique (en So^3)	54.8
Chlorure de sodium (en NaCl)	1.020
Degré hydrotimétrique total	$6^\circ 8$
Degré hydrotimétrique permanent	3°

Examen bactériologique

Numération	6 germes par cm^3
Bacillus coli	Néant

CONCLUSION. — Eau de bonne qualité.

Si les résultats offrent quelques différences, différences qui s'expliquent aisément par l'écart de 23 ans entre les deux analyses : on remarquera que l'une et l'autre sont positives quant à la présence de l'azote ammoniacal et concordent quant à la quantité élevée de chlorures. Cette quantité élevée de chlorures autoriserait à disqualifier l'eau d'Eu, mais il convient de remarquer qu'il s'agit d'une eau artésienne, c'est-à-dire recueillie à une grande profondeur et que dans ce cas les

chlorures viennent seulement témoigner de l'existence de sédiments marins.

D'autre part la recherche du *Bacillus coli* a été négative tant en 1895 qu'en 1918. Parallèlement la numération des germes n'a donné que des chiffres tout à fait infimes, six d'une part, dix d'autre part.

Nous concluons donc, comme M. Bonjean en 1895 que les eaux du puits artésien d'Eu sont de bonne qualité.

Grugny

Il existe à Grugny, près de Clères, un asile départemental.

Le directeur de l'établissement, à la suite d'une réparation faite à la pompe élévatoire, a prié l'autorité préfectorale de faire procéder à la vérification de l'eau du puits qui alimente l'établissement.

Nous avons fait le prélèvement le 29 mai 1918.

Analyse de l'eau de Grugny

Matières organiques	{ Milieu acide . . .	0 mg. 51
	{ Milieu alcalin . .	1 mg. 52
Oxygène dissous		8 mg. 50
Chlorures (en NaCl).		18 mg.
Azote total		0 mg. 05
Azote ammoniacal		Néant
Azote organique		0 mg. 05
Nitrites.		Néant
Nitrates (en AzO^3H)		15 mg.
Alcalimétrie (en CO^3Ca)		224 mg.
Degré hydrotimétrique total		22°

Degré hydrotimétrique permanent	7°
Résidu à 110°	354 mg.
Résidu après calcination	286 mg.
Perte au rouge	68 mg.
Silice (en SiO^2)	17 mg.
Oxyde de fer et d'alumine	7 mg.
Chaux (en CaO)	75 mg.
Magnésie (en MgO)	4 mg.
Sulfates (en So^3)	5 mg.
Acide phosphorique	Néant

Examen bactériologique

Numération (faite au 15 ^e jour)	50 germes par cm^3
Bacillus coli	Néant

CONCLUSION. — Eau de bonne qualité propre à l'alimentation.

Anfreville-la-Mie-Voie

Anfreville en 1918 était un centre de cantonnements. Cette localité est alimentée par des puits. Sur la demande des commandants d'unité, il fut procédé au contrôle des eaux le 2 juillet 1918.

Deux prélèvements furent faits concurremment, l'un dans un puits dit le puits Mulot, situé dans une propriété, et l'autre au puits de la maison située au 72 de la Route de Paris.

		Puits 72, route de Paris	Puits Mulot
Matières organiques	Milieu acide.	1 mg. 77	1 mg. 52
	Milieu alcalin.	2 mg. 02	1 mg. 27

	Puits 72, route de Paris	Puits Mulet —
Oxygène dissous	2 mg. 25	5 mg.
Chlorures (en NaCl).	16 mg.	18 mg.
Azote ammoniacal	0 mg. 14	Néant
Nitrites.	Néant	Néant
Nitrates (en AzO^3H)	18 mg.	17 mg.
Degré hydrotimétrique total .	22°	24°

Examen bactériologique

Numération	Liquéfaction totale au 8 ^e jour	Liquéfaction totale au 8 ^e jour
Bacillus coli	Présence	Présence

CONCLUSION. — Eaux à purifier avant consommation.

Poudrerie d'Oissel

Les vastes terrains situés entre Oissel et Saint-Etienne du Rouvray, à proximité de la Seine et au pied des derniers coteaux qui bordent la vallée du fleuve sur la rive gauche, ont servi pendant la guerre à l'installation d'une grande poudrerie dite « Poudrerie d'Oissel ».

Pour alimenter en eau une population civile française et exotique ainsi qu'un poste militaire de 200 hommes, deux puits, peu distants l'un de l'autre, ont été creusés. L'eau amenée des puits par une pompe élévatoire était conduite dans un réservoir, puis refoulée dans un château d'eau, d'où elle passait sur un filtre de sable non submergé avant que d'être menée par une canalisation jusqu'au poste de garde. Seul donc

le détachement militaire bénéficiait de la distribution et du filtrage.

L'eau consommée à l'infirmerie avait paru suspecte au service médical militaire ; il n'y avait pas lieu de s'en étonner. Le réservoir, non protégé, était exposé à toutes les souillures atmosphériques et humaines ; le filtre mal installé ne fonctionnait pas ; la qualité même de l'eau prise au puits d'origine n'avait pas été contrôlée. Cette dernière opération était la seule qui nous incombât lorsque le service de Place fit appel à notre concours. Il est toutefois à notre connaissance que, par la suite, le réservoir fut protégé.

Le 1^{er} août 1917, nous avons fait deux prélèvements, un à chaque puits.

		Puits n° 1	Puits n° 2
Matières organiques	Milieu acide,	0 mg. 76	0 mg. 76
	Milieu alcalin .	0 mg. 51	0 mg. 51
Oxygène dissous		5 mg. 75	5 mg. 75
Chlorures (en NaCl).		17 mg.	17 mg.
Ammoniaque		Néant	Néant
Nitrites.		Néant	Néant
Nitrates (en AzO^3H)		18 mg.	18 mg.
Alcalimétrie (en Co^3Ca).		268 mg.	268 mg.
Degré hydrotimétrique total . .		29°	29°
Degré hydrotimétrique permanent		10°	9°

Examen bactériologique

Numération.	»	»
Bacillus coli.	Néant	Présence

CONCLUSION. — Eaux de bonne composition chimique, mais souillées en l'un des deux points. Le réservoir commun devait donc être considéré comme contaminé.

Purification indispensable avant consommation.

Elbeuf

Les eaux proviennent des sources du Mont Duve. La source de l'ancien dispensaire dite du Mont Duve jaillit au contrefort de ce nom situé au terminus du plateau Thuit-Angers.

Les eaux recueillies sont dirigées dans un réservoir d'alimentation de 2.000 mètres cubes, et, de là, distribuées dans la ville. Un réservoir de 900 à 1.000 mètres cubes sert pour le niveau du trop plein.

Outre cette distribution d'eau, il existe aussi quelques fontaines alimentées par des puits artésiens.

L'état sanitaire de la Place a nécessité au début d'octobre 1917 une vérification de l'eau d'alimentation.

Ce prélèvement fut fait le 4 de ce mois.

Analyse de l'eau de la source municipale d'Elbeuf

Matières organiques	Milieu acide	0 mg. 25
	Milieu alcalin	0 mg. 25
Oxygène dissous		1 mg. 12
Chlorures (en NaCl).		19 mg.
Azote ammoniacal		Néant
Nitrites.		Néant
Nitrates (en AzO^3H)		11 mg.
Alcalimétrie (en Co^3Ca).		280 mg.
Degré hydrotimétrique total		29°
Degré hydrotimétrique permanent		11°

Examen bactériologique

Numération (faite le 15 ^e jour)	115 germes par cm ³
Bacillus coli	Néant

CONCLUSION. — Eau de bonne qualité, propre à la consommation.

Sotteville-lès-Rouen

Sotteville est alimentée en eau par deux moyens différents :

1^o De l'eau de Seine prise au pont Quatre-Mares, conduite dans un réservoir où elle subit un filtrage, insuffisant du reste pour en modifier la teneur bactérienne. Cette eau est la seule qui, jusqu'en 1910, ait pourvu à tous les besoins de la population de Sotteville ; aujourd'hui elle est considérée comme eau non potable, elle est cependant encore distribuée dans des immeubles particuliers.

2^o L'eau du puits Feugères. Ce puits est situé dans la rue de Trianon, à proximité du Jardin des Plantes. Des pompes d'aspiration placées dans le puits même amènent l'eau dans des stérilisateurs à l'ozone, l'eau est ensuite refoulée dans un réservoir de distribution qui alimente 53 bornes-fontaines.

Divers services de l'armée étant installés pendant la guerre à Sotteville, la surveillance des eaux distribuées pour l'usage des troupes a été l'occasion d'analyses prescrites par l'adjoint technique.

Analyse de l'eau prélevée à une borne-fontaine le 8 janvier 1918
(Eau de Seine)

Matières organiques	{ Milieu acide	3 mg. 79
	{ Milieu alcalin	3 mg. 79

Oxygène dissous.	9 mg. 75
Chlorures (en NaCl).	26 mg.
Azote total.	4 mg. 76
Azote ammoniacal.	0 mg. 20
Azote organique.	4 mg. 56
Nitrites.	Néant
Nitrates (en AzO^3H).	15 mg.
Alcalimétrie (en $\text{Co}^3 \text{Ca}$).	252 mg.
Degré hydrotimétrique total.	22°
Degré hydrotimétrique permanent.	8°

Examen bactériologique

Numération.	»
Bacillus coli.	Présence

*Analyse de l'eau potable prélevée à une borne-fontaine
le 18 janvier 1918
(Eau de puits)*

Matières organiques	} Milieu acide	0 mg. 52
		Milieu alcalin.
Oxygène dissous.		10 mg. 37
Chlorures (en NaCl).		19 mg.
Azote total.		0 mg. 03
Azote ammoniacal.		Néant
Azote organique.		0 mg. 03
Nitrites.		Néant
Nitrates (en AzO^3H).		83 mg.
Alcalimétrie (en $\text{Co}^3 \text{Ca}$).		270 mg.
Degré hydrotimétrique total.		30°

Degré hydrotimétrique permanent.	17°
Résidu à 110°.	640 mg.
Résidu après calcination.	584 mg.
Perte au rouge.	56 mg.
Silice (en SiO_2).	12 mg.
Oxyde de fer et d'alumine.	6 mg.
Chaux (en CaO).	194 mg.
Magnésie (en MgO).	8 mg.
Sulfates (en So^3).	49 mg.
Acide phosphorique.	Néant

Examen bactériologique

Numération (15 ^e jour).	65 germes par cm^3
Bacillus coli.	Néant

Une troisième analyse des eaux de Sotteville fut exécutée postérieurement aux deux précédentes, la densité de la population militaire s'étant très sensiblement accrue dans cette localité au mois de juillet 1918 par suite des événements. Un nouveau prélèvement fut fait le 2 juillet 1918 à la borne-fontaine de la rue Quatre-Mares, voisine de la gare régulatrice.

Analyse de l'eau prélevée rue Quatre-Mares

Matières organiques	Milieu acide.	0 mg.	506
	Milieu alcalin.	1 mg.	518
Oxygène dissous.		8 mg.	750
Chlorures (en NaCl).		19 mg.	
Azote ammoniacal.		Néant	
Nitrites.		Néant	
Nitrates (en AzO^3H).		75 mg.	

Degré hydrotimétrique total. 31°

Degré hydrotimétrique permanent. 17°

Examen bactériologique

Numération (faite le 15^e jour). 55 germes par c^{m3}

Bacillus coli. Néant

CONCLUSION. — On voit par les résultats de ces analyses combien est dangereux pour la santé publique la distribution d'eau de Seine dans les immeubles particuliers, l'eau du puits Feugères offrant par ailleurs des qualités et une pureté qui donne satisfaction à l'hygiéniste. Il est donc éminemment désirable que la Compagnie des eaux, propriétaire, d'une part, des installations qui servent à la distribution d'eau de Seine, et chargée, d'autre part, d'assurer en régie la distribution de l'eau du puits Feugères, s'entende avec la Ville pour que la distribution de l'eau de puits, seule eau réellement potable, soit généralisée dans le plus bref délai.

Indépendamment des eaux distribuées à Sotteville et dont il vient d'être question, il existe dans cette localité ou aux alentours un certain nombre de puits qui ont été appelés à alimenter divers établissements militaires, notamment :

Un dépôt des isolés.

Un centre de désinfection.

Les eaux des puits desservant ces deux établissements furent analysées le 2 juillet 1918.

		Dépôt des isolés	Centre de désinfection
Matières organiques	Milieu acide. . .	3 mg. 29	8 mg. 60
	Milieu alcalin. . .	2 mg. 02	7 mg. 09

	Dépôt des isolés	Centre de désinfection
Oxygène dissous.	8 mg. 75	8 mg. 50
Chlorures (en NaCl). . . .	18 mg.	17 mg.
Azote ammoniacal.	0 mg. 14	Légère présence
Nitrites	Néant	Néant
Nitrates (en AzO^3H). . . .	11 mg.	27 mg.
Degré hydrotimétrique total .	22°	31°

Examen bactériologique

Numération (15 ^e jour)	1.460 germes par cm^3	Liquéfaction totale au 10 ^e jour
Bacillus coli.	Néant	Néant

CONCLUSION. — Eaux à purifier avant consommation.

Port-Villez

L'autorité militaire belge avait installé à Port-Villez, près Vernon (Eure), un centre de rééducation pour les militaires réformés que nos alliés, chassés de leurs pays, ne pouvaient rendre à la vie civile. Parmi les aménagements très perfectionnés du bel établissement de Port-Villez, il faut compter un *puits artésien* qui alimentait la population groupée dans ce centre.

Sur la demande du service médical belge, nous avons procédé le 2 avril 1918, à l'analyse de l'eau du puits artésien de Port-Villez.

Analyse de l'eau de Port-Villez

Matières organiques	Milieu acide.	1 mg. 01
	Milieu alcalin	1 mg. 01
Oxygène dissous.		6 mg. 25

Chlorures (en NaCl)	24 mg.
Azote total.	0 mg. 26
Azote ammoniacal.	0 mg. 08
Azote organique.	0 mg. 18
Nitrites.	Néant
Nitrates (en AzO^3H).	Néant
Alcalimétrie (en $\text{Co}^3 \text{Ca}$)	176 mg.
Degré hydrotimétrique total.	12°
Degré hydrotimétrique permanent.	8°
Résidu à 110°.	272 mg.
Résidu après calcination.	224 mg.
Perte au rouge.	48 mg.
Silice (en SiO^2).	12 mg.
Oxyde de fer et alumine.	6 mg.
Chaux (en CaO).	18 mg.
Sulfates (en So^3).	18 mg.
Magnésie (en MgO).	7 mg.
Acide phosphorique.	»

Examen bactériologique

Numération (faite au 15 ^e jour)	823 germes par cm^3
Bacillus coli.	Néant

CONCLUSION. — Eau de bonne qualité propre à l'alimentation. On y constate la présence d'azote ammoniacal comme dans les eaux également artésiennes d'Eu. Cette communauté d'origine devrait entraîner une égale pureté bactériologique, si l'eau de Port-Villez pas plus que celle d'Eu ne contient de Bacillus coli, elle renferme par contre un nombre infiniment plus élevé de germes ; cette divergence paraît devoir s'expliquer

par les conditions différentes dans lesquelles l'eau est recueillie dans l'un et l'autre lieu. A Eu, les canalisations ont été établies avec tous les soins que comporte une technique perfectionnée, alors qu'à Port-Villez, nous nous trouvons en présence d'installations de fortune : gouttières, réservoirs, etc... tout un matériel improvisé qui ne garantit que très insuffisamment contre les souillures entre le point d'émergence et le point de distribution.

Caudebec-lès-Elbeuf

Caudebec-lès-Elbeuf est alimentée en eau par des puits. L'un de ces puits, protégé et muni d'une pompe fontaine, est à usage public. C'est là que s'approvisionnaient les détachements militaires stationnant dans la ville.

D'autre part, un puits particulier desservait un cantonnement. L'état sanitaire des troupes ayant attiré l'attention de la Direction du Service de santé, l'adjoint technique prescrivit d'analyser les eaux.

Des prélèvements ont été faits le 22 juin 1918.

1° A la fontaine publique ;

2° Au puits particulier du cantonnement.

Analyse de l'eau de Caudebec-lès-Elbeuf

(Fontaine publique)

Matières organiques	Milieu acide.	1 mg. 10
	Milieu alcalin.	1 mg. 26
Oxygène dissous.		9 mg. 12
Chlorures (en NaCl).		19 mg.
Azote total.		Néant

Azote ammoniacal.	Néant
Azote organique.	Néant
Nitrites.	Néant
Nitrates (en AzO^3H)	29 mg.
Alcalimétrie (en Co^3Ca)	304 mg.
Degré hydrotimétrique total.	30°
Degré hydrotimétrique permanent.	11°
Résidu à 110°.	450 mg.
Résidu après calcination.	386 mg.
Perte au rouge.	64 mg.
Silice (en SiO^2)	21 mg.
Oxyde de fer et d'alumine.	13 mg.
Chaux (en CaO)	152 mg.
Sulfates (en So^3)	19 mg.
Magnésie (en MgO)	4 mg.
Acide phosphorique.	»

Examen bactériologique

Numération (faite le 15 ^e jour). . .	120 germes au cm^3 quelques colonies liquéfiantes
Bacillus coli	Néant

CONCLUSION. — Eau propre à l'alimentation.

Analyse de l'eau d'un puits d'un cantonnement de Caudebec-lès-Elbeuf

Matières organiques	Milieu acide.	1 mg. 77
	Milieu alcalin.	1 mg. 01
Oxygène dissous.		7 mg. 87

Chlorures (en NaCl).	19 mg.
Azote total.	0 mg. 05
Azote ammoniacal.	0 mg. 05
Azote organique.	Néant
Nitrites.	Néant
Nitrates (en AzO^3H)	29 mg.
Alcalimétrie (en Co^3Ca).	290 mg.
Degré hydrotimétrique total.	30°
Degré hydrotimétrique permanent.	11°

Examen bactériologique

Numération	Liquéfaction au 10 ^e jour
Bacillus coli.	Néant

CONCLUSION. — Eau propre à la consommation, mais qui devra être surveillée, et éventuellement purifiée, en raison des conditions hygiéniques très médiocres de l'ambiance.

Saint-Aubin-lès-Elbeuf

Saint-Aubin-lès-Elbeuf était le siège pendant la guerre d'une Station-magasin, deux puits alimentaient cet établissement. L'analyse de l'eau provenant de l'un et l'autre puits a été faite le 24 juillet 1918, sur la demande de l'officier gestionnaire.

Analyse de l'eau de la Station-magasin de Saint-Aubin-lès-Elbeuf

Pompe n° 1.

Matières organiques	<table> <tr> <td>Milieu acide</td><td>3 mg. 29</td></tr> <tr> <td>Milieu alcalin</td><td>4 mg. 81</td></tr> </table>	Milieu acide	3 mg. 29	Milieu alcalin	4 mg. 81
Milieu acide	3 mg. 29				
Milieu alcalin	4 mg. 81				

Oxygène dissous.	7 mg. 75
Chlorures (en NaCl).	18 mg.
Azote total.	0 mg. 11
Azote ammoniacal.	Néant
Azote organique.	0 mg. 11
Nitrites.	Néant
Nitrates (en AzO^3H).	32 mg.
Alcalimétrie (en Co^3Ca).	268 mg.
Degré hydrotimétrique total.	33°
Degré hydrotimétrique permanent.	17°

Examen bactériologique

Numération. Liquéfaction complète au 8^e jour
 Bacillus coli Néant

Pompe n° 2.

Mêmes résultats que le puits n° 1.

CONCLUSION. — Eaux très chargées en matières organiques. A purifier avant consommation.

CONCLUSION

Divers enseignements se dégagent de l'étude des eaux de Rouen et de la Seine-Inférieure poursuivie du mois de janvier 1917 au mois d'août 1918. Elles intéressent les méthodes de contrôle, la javellisation, et, d'une manière générale, la qualité des eaux provenant des terrains calcaires.

Une même eau est susceptible à quelques jours d'intervalle d'offrir dans sa composition et sa pureté des variations procédant d'influences purement accidentelles, soit à la source, soit dans son parcours. Une analyse faite dans un bon jour expose l'observateur à se méprendre sur la qualité réelle et permanente de cette eau.

La preuve en est dans les variations que nous avons rencontrées au cours d'examens renouvelés chaque semaine pendant huit mois sur l'eau distribuée à Rouen (*supra*, p. 26 et 27).

Seuls la périodicité des analyses de contrôle et le temps prolongé durant lequel elles sont renouvelées permettent d'établir si une eau présente en ses divers éléments une constance immuable, ou bien, si cette même eau dont la composition se révèle tel jour normale et satisfaisante ne s'offre pas à nous tel autre jour dans des conditions qui sont de nature à fixer l'attention du chimiste et de l'hygiéniste. Les analyses de

contrôle ne nécessitent du reste que des manipulations relativement simples et d'assez courte durée et leur répétition ne paraît pas devoir excéder l'activité d'un laboratoire local qui doit par ailleurs assurer des travaux d'un autre ordre. Il serait donc à souhaiter que, dans toute agglomération importante, la surveillance des eaux soit rigoureusement assurée par un laboratoire spécialement désigné à cet effet.

Sous l'empire de circonstances exceptionnelles, épidémies, inondations, guerre, etc..., quelques villes ont été amenées à traiter par l'hypochlorite de soude l'eau distribuée pour la consommation. C'est ainsi que la ville de Rouen s'est trouvée dans la nécessité de javelliser les eaux pendant la guerre afin d'en corriger la teneur bactérienne.

Toutefois, quelque concluants qu'aient été les résultats de la javellisation à Rouen au point de vue bactériologique (*supra*, p, 29), nous ne croyons pas qu'il faille tenir cette opération pour un procédé recommandable de préférence à tout autre. Il convient d'observer en effet, que, pour permettre l'absorption du chlore, le point de javellisation doit être assez distant des points de distribution.

A Rouen, par exemple, durant le trajet entre le premier et les seconds (6 km. 500 de Fontaine-sous-Préaux au réservoir de la Jatte) les eaux javellisées à une dose appropriée, peuvent se trouver contaminées, soit par des sourcins venant aboutir dans les galeries de canalisation, soit par des souillures rencontrées accidentellement dans ces mêmes galeries. Alors qu'on croit avoir purifié les eaux, elles sont redevenues nocives, et ce n'est pas là simple supposition. Ce point paraît avoir été

perdu de vue puisqu'on n'a javellisé qu'à la source et dans une mesure rigoureusement proportionnelle au degré de contamination. Il eût peut-être été plus sûr, sinon plus compliqué, de javelliser à haute dose à la source, quitte à neutraliser l'excès de chlore pouvant exister à l'entrée dans les réservoirs, procédé employé à Paris par M. Dienert (1).

L'on s'abuserait d'autre part en croyant que la javellisation est une opération facile et peu coûteuse, elle nécessite à la source et aussi à l'arrivée, si du moins on veut bien prendre en considération les observations qui précèdent, des installations qui ne sauraient être simplement improvisées; en outre, pour une grosse agglomération comportant un fort débit d'eau potable, la consommation d'hypochlorite prend des proportions qui ne sont point financièrement négligeables; enfin une surveillance constante, pour laquelle il faut faire appel au concours permanent d'un technicien avisé, est absolument indispensable.

Pour toutes ces raisons, le javellisation est évidemment un moyen de faire face provisoirement, dans des villes, à des exigences immédiates. Elle ne doit en aucun cas dispenser de chercher dans l'exécution de travaux d'art de meilleures sécurités.

La surveillance du laboratoire, le perfectionnement des installations et du matériel de distribution qui sont désirables même lorsqu'il s'agit d'eaux dont la composition et la pureté sont sans aléa, deviennent absolument indispensables pour des

(1) Annexe au compte rendu du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine (n° 27), 1920.

eaux vouées à l'inconstance de par la nature même des terrains d'où elles proviennent. Les résultats des analyses exécutées dans le département de la Seine-Inférieure du mois de février 1917 au mois d'août 1918 révèlent des variations sensibles dans la composition d'eaux recueillies en des points peu éloignés les uns des autres, ainsi qu'une inconstance marquée dans la composition d'une eau recueillie aux mêmes points, mais à des époques différentes. Cette caractéristique ne saurait s'expliquer par les seules particularités de temps ou de lieu qui ont pu influencer momentanément sur la composition de ces eaux : des considérations d'ordre géologique nous fournissent le commentaire à nos travaux de laboratoire. Le sous-sol du département de la Seine-Inférieure et de la région Rouennaise en particulier, est essentiellement calcaire. Les terrains de cette nature très friables, fréquents en crevasses sont profondément accessibles aux souillures de l'extérieur, détritiques, fumiers, déjections, etc., dont les matières organiques sont entraînées par les eaux de pluie. D'autre part, ces terrains ne constituent pas pour les eaux dont ils s'imprègnent un filtre efficace ; celles-ci, loin de se rassembler par des porosités naturelles et uniformes, en des nappes souterraines qui vont alimenter des sources ou des puits, passent au contraire par des failles, circulent sans cesse à travers un réseau instable et finalement ne nous arrivent, après des accidents divers, qu'imparfaitement épurées.

Ces observations admises par les géologues se trouvent pleinement confirmées par nos analyses. Il en faut donc conclure que les eaux des terrains calcaires, alors même qu'elles seraient, à l'analyse, d'une composition chimique satisfaisante et s'offriraient pures de toute souillure au point de vue bacté-

riologique, doivent cependant être tenues pour suspectes et soumises à une surveillance incessante avant que d'être admises pour les usages alimentaires.

Vu et permis d'imprimer :

*Le Recteur
de l'Académie de Paris,*

APPELL.

Vu :

Le Doyen,

GAUTIER.

Vu :

Le Président de la Thèse,

DELÉPINE.

BAR-SUR-SEINE. — IMPRIMERIE SAILLARD

